

УДК 621.311.1-049.3

К.В. УСКОВ, студент гр. Э-11 (АлтГТУ)
Научный руководитель А.А. ГРИБАНОВ, к.т.н., доцент (АлтГТУ)
г. Барнаул

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Электрические сети являются важнейшим элементом инфраструктуры любого государства. Они обеспечивают бесперебойное электроснабжение промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики, способствуя стабильному развитию регионов и улучшению качества жизни населения.

Надежность работы электрических сетей напрямую зависит от наличия необходимых ресурсов для проведения регулярного технического обслуживания и ремонта (ТОиР), рационального использования и своевременной модернизации имеющегося электрооборудования (ЭО), возможности внедрения современных систем защиты и мониторинга. В данном докладе мы рассмотрим существующие стратегии и современные решения, направленные на повышение эффективности этих процессов.

Можно выделить следующие основные виды ТОиР электрических сетей: плановое и внеплановое техническое обслуживание, сезонное техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт. Важно отметить, что выполнение любых видов работ должно выполняться строго по установленным стандартам и нормам безопасности [1].

В таблице 1 приведены основные особенности перечисленных видов ТОиР.

Таблица 1

Виды ТОиР и их особенности

Вид ТОиР	Особенности
Плановое ТО	Выполнение ремонтных работ в соответствии с установленным графиком
Внеплановое ТО	Проводится в случае внезапных поломок или сбоев в работе оборудования. Включает срочные меры по устранению неисправностей, которые могут привести к серьезным повреждениям и авариям
Сезонное ТО	Проводится перед началом каждого сезона, чтобы подготовить оборудование к новым условиям эксплуатации
Текущий ремонт	Заключается в восстановлении отдельных элементов оборудования без их полной замены
Капитальный ремонт	Предполагает полную замену оборудования или его частей, включая реконструкцию всей системы

Среди прочих подходов к ТОиР оборудования следует выделить стратегию профилактического ремонта. Данная стратегия способствует предотвращению внезапных поломок ЭО и в целом помогает продлить сроки его эксплуатации. Достигается это за счёт проведения регулярных профилактических мероприятий, которые нацелены на выявление и устранение опасных повреждений.

На сегодняшний день существует несколько основных стратегий при проведении профилактического ремонта, каждая из них имеет свои особенности и используется в зависимости от специфики ситуации и поставленных задач:

- Risk Based Maintenance (RBM) – обслуживание на основе анализа потенциальных рисков выхода из строя ЭО;
- Condition Based Maintenance (CBM) – ремонт по текущему состоянию ЭО;
- Reliability Centered Maintenance (RCM) – обслуживание на основе анализа надежности и вероятности безотказной работы ЭО;
- Run-to-Failure (RTF) – ремонт по факту выхода из строя ЭО;
- Time Based Maintenance (TBM) – ремонт по техническому ресурсу ЭО, который устанавливается заводом изготовителем.

Особенности перечисленных стратегий представлены в таблице 2 [2].

Таблица 2

Обобщение стратегий профилактического обслуживания

Стратегия	Показатель эффективности	Сфера использования
(RBM), плановое обслуживание	Оптимизация расходов и минимизация рисков для достижения стабильного уровня надежности	Различное по сложности технического исполнения, новое и устаревшее ЭО
(CBM), плановое обслуживание	Улучшение надежности, сокращение вероятности поломок	ЭО со сложным техническим исполнением и неизменяющейся со временем частотой отказов
(RCM), плановое обслуживание	Оптимизация стабильности системы с учетом недостатка используемых ресурсов	Различное по сложности технического исполнения, склонное к отказам ЭО
(RTF), неплановое обслуживание	Минимизация общего времени незапланированных простоев в работе оборудования	ЭО, его составляющие и запасные части с простым техническим исполнением и небольшой стоимостью
(TBM), плановое обслуживание	Минимизация рисков поломки оборудования	ЭО с зависящей от наработки частотой отказов

Помимо традиционных стратегий в области оптимизации процессов ТОиР, появляются всё новые современные решения, такие как внедрение технологий Промышленного Интернета Вещей (Industrial Internet of Things, IIoT). Применение IIoT-решений позволяет получать, обрабатывать и анализировать массивы данных о техническом состоянии оборудования, автоматизировать принятие решений и повышать эффективность управления ремонтными подразделениями [4-5]. Приведём основные направления IIoT-решений в проведении ТОиР:

1. Удаленный мониторинг состояния оборудования с использованием датчиков, интегрированных в оборудование. Это дает возможность заблаговременно диагностировать проблемы и планировать необходимые работы, что значительно сокращает время простоя оборудования, уменьшает затраты на ремонт и обслуживание, а также повышает надежность и безопасность производственных процессов. Кроме того, система удаленного мониторинга может интегрироваться с другими системами управления предприятиями, такими как системы управления производством (MES) и системы управления ресурсами производства (ERP).

2. Predictive maintenance – прогнозирование отказов и остаточного ресурса оборудования на основе анализа данных, полученных с помощью систем диагностики. Важным элементом этого подхода является использование алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта для обработки больших объемов данных и выявления закономерностей, указывающих на потенциальные проблемы.

3. Автоматизация сбора и передачи данных о наработке, качестве выполнения работ, расходе запчастей и тому подобное. Это обеспечивает повышение прозрачности и достоверности информации для принятия управленческих решений.

Важно отметить, что внедрение IIoT-решений в ТОиР сопряжено с определенными трудностями, такими как: необходимость существенных инвестиций в оборудование, сложность интеграции различных систем, обеспечение информационной безопасности, а также потребность в наличии высококвалифицированного ИТ-персонала. Тем не менее, IIoT является одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления активами и оптимизации процессов ТОиР.

Оптимизация процессов технического обслуживания и ремонта электрических сетей является сложной и многогранной задачей, требующей комплексного подхода и использования современных методов и технологий. Рассмотренные методы позволяют упростить и автоматизировать проведение мероприятий по ТОиР, благодаря чему обеспечивается более эффективное использование имеющихся ресурсов, снижение рисков возникновения аварий и простоев, а также в целом повышается качество предоставляемых услуг.

Список литературы:

1. ГОСТ 18322-2016 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 4 с.
2. Овсянников А.Г. Стратегии ТОиР и диагностика оборудования / А.Г. Овсянников // ЭЛЕКТРОЦЕХ. – 2008. – №9. – С. 6-9.
3. Оптимизация электроэнергетических систем // Справочник Автор24 [сайт]. – URL: https://spravochnick.ru/elektronika_elektrotehnika_radio-tehnika/optimizaciya_elektroenergeticheskikh_sistem/ (Дата обращения 29.09.2024).
4. Industrial Internet of Things - IoT Промышленный интернет вещей // TADVISER [сайт]. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Иот_-_Industrial_Internet_of_Things_\(Промышленный_интернет_вещей\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Иот_-_Industrial_Internet_of_Things_(Промышленный_интернет_вещей)) (Дата обращения 30.09.2024).
5. Мелешко Ю.В. Некоторые особенности использования технологии интернета вещей в промышленности / Ю.В. Мелешко // Информационные технологии в технических, политических и социально-экономических системах: сборник материалов Международной научно-технической конференции. – Минск: БНТУ, 2018. – 216 с.

Информация об авторах:

Усков Кирилл Вячеславович, студент гр. Э-11, АлтГТУ, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 46, kirillusckow0@gmail.com

Грибанов Алексей Александрович, к.т.н., доцент, АлтГТУ, 656038, г. Барнаул, проспект Ленина, д. 46, gribanovaa@altgtu.ru